The 33rd Annual Meeting of the Japan Trace Nutrients Research Society 第 33 回日本微量栄養素学会学術集会

Program and Abstracts 講演要旨集

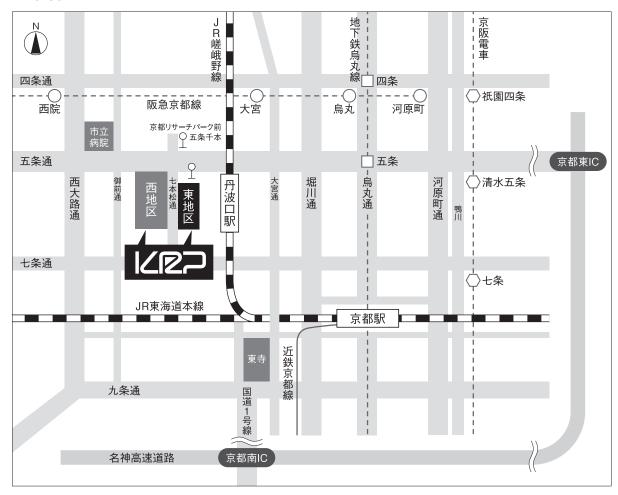
Saturday , June 25, 2016 Kyoto

Japan Trace Nutrients Research Society
日本微量栄養素学会

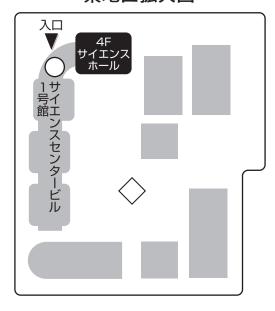
交通及び会場案内

会場:京都リサーチパーク、東地区1号館、4階サイエンスホール (京都市下京区中堂寺南町134)

■京都リサーチパークへのアクセス



東地区拡大図



〈交通のご案内〉

〔JR〕〔近鉄〕〔地下鉄〕京都駅より

- ●JR嵯峨野線(山陰線)乗り換え 丹波口駅下車、徒歩5分
- ●タクシー (10分)

〔阪急〕 大宮駅・西院駅/〔地下鉄〕 五条駅 より

●タクシー(5分)

〔京阪〕清水五条駅より

●タクシー (10分)

お車でお越しの場合

●名神高速道路「京都南IC」または「京都東IC」より20分

第 33 回 日本微量栄養素学会学術集会 プログラム

平成 28 年 6 月 25 日 京都リサーチパーク

10:00 ~ 10:05		開会の辞 会頭:栗原達夫 (京都大学)
10:05 ~ 10:35		口頭発表 座長: 栗原達夫 (京都大学)
10:05 ~ 10:20	0-1	マウスにおけるリポ 多糖誘導性の代謝変化 にカルノシンが及ぼす影響 岡田直樹* ¹⁾ 、杉浦聡 ²⁾ 、北口公司 ²⁾ 、友永省三 ¹⁾ (¹⁾ 京都大学大学院農学研究科、 ²⁾ 岐阜大学応用生物科学部)
10:20 ~ 10:35	0-2	シロイヌナズナにおける微量 D- アミノ酸の吸収および生育阻害解析 加藤志郎*1)、安原裕紀 ²⁾ 、老川典夫 ^{1,2)} (¹⁾ 関西大学先端科学技術推進機構、 ²⁾ 関西大学化学生命工学部)
10:35 ~ 11:05		口頭発表 座長:河村幸雄(京都女子大学)
10:35 ~ 10:50	O-3	アクチビンBによるヘプシジン遺伝子発現の誘導をLDN-193189 は遮断しない 金森耀平*1、村上賢2、松井徹1、舟場正幸1 (1)京大院農・動物栄養、2)麻布大獣医・分子生物)
10:50 ~ 11:05	0-4	イカ由来セラミドアミノエチルホスホン酸の消化と吸収の評価 友永奈美*1 ¹ 、都築毅 ² 、真鍋祐樹 ¹ 、菅原達也 ¹⁾ (¹⁾ 京都大学大学院、 ²⁾ 東北大学大学院)
11:05 ~ 11:35		口頭発表 座長:老川典夫 (関西大学)
11:05 ~ 11:20	O-5	大和当帰茶の継続的な飲用による若年女性の冷え症改善作用 北野文理*、永澤健 (畿央大学健康科学部健康栄養学科)
11:20 ~ 11:35	O-6	記憶と食品の研究 III - マウスの空間的位置認識の定量的解析の検討ー 松田 桂*、佐賀菜月、中西夏美、木屋佳奈恵、河村幸雄 (京都女子大学・院・食物栄養)

11:35 ~ 12:05		口頭発表 座長: 松井徹 (京都大学)
11:35 ~ 11:50	0-7	亜セレン酸とセレノメチオニンの有効性に及ぼす投与期間の影響 廣瀬侑太郎*、北川怜子、下川真由子、細見亮太、福永健治、吉田宗弘 (関西大学化学生命工学部栄養化学・食品化学研究室)
11:50 ~ 12:05	O-8	セレン強化植物およびセレン耐性微生物に含まれるセレン種のスペシエーション分析 戸部隆太*1 ⁾ 、古賀裕紀 ¹⁾ 、田島寛隆 ¹⁾ 、N. Tejo Prakash ²⁾ 、三原久明 ¹⁾ (¹⁾ 立命館大学生命科学部、 ²⁾ Thapar University)
12:05 ~ 13:15		昼食・評議員会
13:15 ~ 13:45		総会
13:45 ~ 14:55		特別講演 会頭:栗原達夫 (京都大学)
13:45 ~ 14:55		ビフィズス因子としての母乳オリゴ糖 片山高嶺 (京都大学大学院生命科学研究科・石川県立大学)
14:55 ~ 15:10		休憩
15:10 ~ 16:00		ポスター要旨発表
16:00 ~ 17:00		ポスターセッション
	P-1	EPA 産生細菌 Shewanella livingstonensis Ac10 における膜タンパク質の 生産制御機構の解析 杉浦美和*、浅井梓、水谷彩乃、川本純、栗原達夫 (京都大学化学研究所)
	P-2	カキ肉エキス給餌によるラットの肝臓コレステロール濃度低下効果 松堂杏菜*1 ⁾ 、西村直恭 ¹⁾ 、細見亮太 ¹⁾ 、春松槙 ²⁾ 、福田卓 ²⁾ 、松田芳和 ²⁾ 、 吉田宗弘 ¹⁾ 、福永健治 ¹⁾ (¹⁾ 関西大学 化学生命工学部 生命・生物工学科、 ²⁾ 日本クリニック株式 会社 中央研究所)
	P-3	学校給食提供量の個人差とエネルギーおよび栄養素摂取量の評価

小松万里子 *1 、岡上沙耶 1 、掃部美咲 1 、神田知子 1 、山本茂 2 、小切間美保 1

(1) 同志社女子大学、2) 十文字学園女子大学大学院)

- P-4 ラットの鉄栄養状態に及ぼす硫酸鉄およびヘモグロビン投与の影響 中澤知奈美*、柳井美穂、細見亮太、福永健治、吉田宗弘 (関西大学 化学生命工学部 生命・生物工学科)
- P-5 亜鉛欠乏と亜鉛過剰摂取が精巣に及ぼす影響とマクロファージの役割 木戸尊將*、柳澤裕之 (東京慈恵会医科大学 医学部 環境保健医学講座)
- P-6
 亜鉛トランスポーター ZIP4、ZIP5 の膜輸送選別シグナルについての解析 有本紗也加*¹¹、成田宏史 ²¹、神戸大朋 ¹¹ (¹¹ 京都大学大学院生命科学研究科、²² 京都女子大学)
- P-7 **昆布だしを用いた調理における食材へのヨウ素の移行** 由上文子*、中島恵美、吉田宗弘 (関西大学化学生命工学部栄養化学研究室)
- P-8 離乳後マウスと泌乳マウスの IgA 産生に及ぼすペプチド亜鉛の影響 橋本知明*、松山奈央、杉本実紀、池田俊太郎、久米新一 (京都大学大学院農学研究科)
- P-9 Shewanella livingstonensis Ac10 における三価鉄還元機構の解析 大毛淑恵*、丸山沙織、樽井惇、王玉、川本純、栗原達夫 (京都大学化学研究所)
- P-10 展示飼育下のケープペンギンにおける趾瘤症発症と血漿中ビタミンA、ビタミンE、亜鉛濃度の関連明石富美子*1、織田悠詩1、小島早紀子1、吉澤聡吾1、清水いと世2、友永省三2、松井徹2(1) 京都水族館、2 京大院農・動物栄養科学)
- P-11 ストーマ (人工肛門) 保有者の栄養状態 溝畑秀隆*¹⁾、當座康弘²⁾ (¹⁾ 神戸松蔭女子学院大学、²⁾ 市立伊丹病院)
- P-12 SLC35F2 の発現状態が肺がん細胞の増殖とゲフィチニブ感受性に及ぼす 影響

神山伸*、土沼侑佳、曽根英行 (新潟県大・健康栄養)

P-13 **食品中カルノシンおよびアンセリンの定量分析** 乗原奈緒美*¹⁾、森美和子¹⁾、水野大²⁾、田中健一郎¹⁾、川原正博¹⁾ (¹⁾武蔵野大学薬学部生命分析化学研究室²⁾山形大学医学部法医学講座)

P-14 **白化**したヒジキにおけるミネラルの**挙動** 片山眞之*、片山(須川) 洋子

P-15 亜鉛欠乏および食餌量低下が腎臓での GATA1, GATA4 および GATA5 遺 伝子発現に及ぼす影響

許斐亜紀*1)、横井克彦²⁾
(1)九州女子大学 家政学部 栄養学科、2)聖徳大学 人間栄養学部 人間栄養学科)

P-16 加工食品のクロム含有量. とくにチョコレートとココアの場合

吉田宗弘*、藤森みさき、岸本 眸 (関西大学化学生命工学部 栄養化学研究室)

17:00 ~ 17:30 口頭発表

座長:渡邊敏明(大阪青山大学)

17:00 ~ 17:15 O-9 飼料中鉄レベルとの血液学的指標の用量反応関係の再検討

横井克彦* ^{1,2)}、藤井香菜子 ²⁾、小林朝恵 ²⁾、潮見唯 ²⁾、渡邉木綿子 ²⁾ (¹⁾聖徳大学大学院 人間栄養学研究科、²⁾聖徳大学 人間栄養学部 人間栄養学科)

17:15 ~ 17:30 O-10 亜鉛欠乏ラット肝臓での Fatty acid と Triglyceride 代謝について

宮﨑孝*1)、大野洋一^{1,2)}、佐藤真喜子¹⁾、野寺誠³⁾、木戸尊將⁵⁾、柳澤裕之⁵⁾、諏訪絵美¹⁾、柴﨑智美¹⁾、土田哲也^{1,4)} (¹⁾埼玉医科大学医学部社会医学教室、²⁾医学部腎臓内科、³⁾保健医療学部臨床検査学科、⁴⁾医学部皮膚科学教室、⁵⁾東京慈恵会医科大学環

境保健医学講座)

17:30 ~ 18:15 口頭発表

座長:吉田宗弘(関西大学)

17:30 ~ 17:45 O-11 タモギダケ由来グルコシルセラミド含有ドリンクの経口摂取による安全性 評価と皮膚改善効果

鈴木健 $^{*\,1.5)}$ 、関口博太 $^{2.6)}$ 、酒井祥太 $^{3)}$ 、高橋環奈 $^{1.5)}$ 、松本聡 $^{2)}$ 、勝又亨祥 $^{4)}$ 、五十嵐靖之 $^{3)}$

(1) 日生バイオ株式会社、2) 株式会社エル・エスコーポレーション、3) 北海道大学先端生命科学研究院、4) 株式会社エクサム、5) NPO 法人遺伝子栄養学研究所、6) 株式会社ライフ・サイエンス研究所)

17:45 ~ 18:00 O-12 乳酸菌脂肪酸代謝物 10-oxo-11E-18:1 による生体内酸化ストレス防御機構の活性化

菅原達也* ¹⁾、古元秀洋 ^{1,2)}、久米利明 ³⁾、朴時範 ¹⁾、北村苗穂子 ¹⁾、 岸野重信 ¹⁾、小川順 ¹⁾、平田孝 ^{1,4)}

(1) 京都大学大学院農学研究科、2) 金沢医科大学、3) 京都大学大学院薬学研究科、4) 四条畷大学)

18:00 ~ 18:15 O-13 タイロン(Tiron)による活性酸素生成の促進と抑制

村上恵子*、細川好孝、吉野昌孝 (愛知医大·医·生化)

18:15 ~ 18:20 閉会の辞

懇親会

特別講演

ビフィズス因子としての母乳オリゴ糖

片山 高嶺

(京都大学大学院生命科学研究科・石川県立大学)

近年、腸内細菌と宿主の共生に関する研究が注目を集めている。腸内細菌と言えば昔はビタミン産生や整腸作用などが知られていただけであったが、現在では宿主の免疫応答やエネルギー収支の制御、また行動や神経疾患との関連について様々な報告がされている。腸内細菌は宿主にとって一つの器官であると言っても過言ではない。では、何が腸内細菌と宿主の共生を支えているであろうか。従来、腸内細菌は宿主が摂取した食餌成分のうち難消化性の食物繊維を栄養にして生息していると考えられてきた。無論それも正しいが、それだけではなく、宿主自体が腸管内に分泌する糖質も利用しているというのが我々の考え方であり、その典型は授乳期に見ることが出来る。

ヒトの腸内細菌叢は一生の間で少なからず変動するが、最も大きな変化が見られるのは出生から離乳期にかけてである。母乳栄養児の腸管においては授乳開始後ビフィズス菌が速やかに増殖し優占種となる。このビフィズスフローラは離乳とともに消失し、成人型の腸内細菌叢が形成される。このことはつまり、人乳中にはビフィズス菌を選択的に増殖させるビフィズス因子が存在することを示唆している。では、そのビフィズス因子とは何であろうか。本講演では、ビフィズス菌が有する母乳オリゴ糖資化経路について紹介することで、母乳オリゴ糖のビフィズス因子としての実体に迫りたい。

母乳オリゴ糖は、人乳中で乳糖および脂質に次いで3番目に多く含まれる固形成分である(10~20 g/L 程度)。13種のコア構造からなり、多くの場合フコースやシアル酸による修飾を受けるため、極め て多様な構造を呈し、現在までに 100 種類以上の構造が同定されている。糖鎖構造において 1 型 (Gal β 1-3GlcNAc: ラクト-N-ビオース I) および 2型 (Gal β 1-4GlcNAc: N-アセチルラクトサミン) という 血液型抗原決定基による分類があるが、母乳オリゴ糖は1型糖鎖構造を優先的に含むことが特徴であ る。他の哺乳動物のオリゴ糖では1型糖鎖が見られないか、あったとしてもわずかであり、ほとんど が2型糖鎖構造を有している。我々は、乳児糞便から頻繁に単離されるビフィズス菌には1型糖鎖構 造に特異的に作用する酵素群が存在すること、および、それら酵素群のホモログはビフィズス菌以外 の腸内細菌ゲノム上には全く見られないことを見出した。また、人乳より精製した母乳オリゴ糖を炭 素源とした培地で乳児型ビフィズス菌を培養し、その培養上清中の分解物(単糖・オリゴ糖)を解析す ることで、上記酵素群の母乳オリゴ糖資化経路における役割を確認した。これらのことは、母乳オリ ゴ糖が実際に腸管内でビフィズス因子として機能していることを強く示唆している。乳中の乳糖や脂 質が乳児の栄養になるのに対し、母乳オリゴ糖はヒトの消化酵素には分解されないため栄養とはなら ない。それにもかかわらず母親は乳腺で多大なエネルギーを消費してオリゴ糖を合成し、児に与えて いる。それには然るべき理由があるはずで、その一つがビフィズス因子としての機能であると考えて いる。おそらくヒトはその進化の過程でビフィズス菌と共生しようとし、その分子基盤となったのが 母乳オリゴ糖なのではなかろうか。

本研究の多くは、農研機構食品総合研究所・北岡本光ユニットリーダー、東京大学・伏信進矢教授、 帯広畜産大学・浦島匡教授、石川県立大学・山本憲二教授、および近畿大学・芦田久教授らと共に行っ たものです。ここに感謝の意を表します。

口頭発表

0 - 1

マウスにおけるリポ多糖誘導性の代謝変化にカルノシンが及ぼす影響

岡田直樹* 1), 杉浦聡 2), 北口公司 2), 友永省三 1) (1) 京都大学大学院農学研究科, 2) 岐阜大学応用生物科学部)

【目的】うつ病の発症と進行には、過度の精神ストレスなどにより誘導される脳内の免疫担当細胞(ミクログリアやマクロファージ)を介した炎症反応が関与する。マウスにおけるリポ多糖(LPS)の腹腔内投与は、脳内の炎症性サイトカインの産生を促進し、24 時間後にうつ様症状を誘導することができる。したがって、LPS を腹腔内投与したマウスは、うつモデルとして用いられている。アミノ酸などの低分子代謝物は、うつ病との関連が示唆されているが LPS 投与うつモデルマウスでは詳細に調べられていない。カルノシンは、 β -アラニンとヒスチジンから構成されるジペプチドであり、ラットにおいて単回経口投与による抗うつ様効果が認められているが、その作用機構は未解明である。以上より、カルノシンがうつに及ぼす影響を明らかにするために、マウスにおける LPS 誘導性の炎症反応や低分子代謝物に及ぼす影響を調べた。

【方法】実験1)マウスミクログリア細胞株 MG6 をカルノシン存在下で 6 時間培養した後に LPS を加え、6 時間後の細胞および培養上清を回収した。細胞の IL-6 mRNA 発現量と培養上清中の IL-6 濃度を測定した。培養上清の低分子代謝物濃度をガスクロマトグラフ質量分析計(GC/MS)によるメタボローム解析を用いて調べた。実験 2) C57BL/6 系統雄マウスにカルノシンを経口投与し、1 時間後に LPS を腹腔内投与した。 LPS 投与から 24 時間後の肝臓および全脳を採取した。各サンプルの低分子代謝物濃度を GC/MS によるメタボローム解析を用いて調べた。

【結果および考察】実験1において、カルノシンはマウスミクログリアにおけるLPS 誘導性のIL-6 mRNA 発現量の上昇と IL-6 産生を抑制した。培養上清中の低分子代謝物は167成分検出されたが、11成分にカルノシンの影響が認められた。実験2では、カルノシンは、マウスにおけるLPS 腹腔内投与誘導性の摂食量や増体重量の減少に影響を及ぼさなかった。低分子代謝物は、脳では56成分、肝臓では62成分同定されたが、カルノシンによる影響は認められなかった。以上より、カルノシンはミクログリアにおける炎症反応を緩和する可能性が示唆された。今後は、低分子代謝物との関連を引き続き検討し、うつ様行動に及ぼす影響も調べる予定である。

O - 2

シロイヌナズナにおける微量 D- アミノ酸の吸収および生育阻害解析

加藤志郎* 1), 安原裕紀 2), 老川典夫 1,2) (1) 関西大学先端科学技術推進機構, 2) 関西大学化学生命工学部)

【目的】近年では細菌のみならず植物や哺乳類を含む様々な真核生物に至る多くの生物体内または細胞内に種々の D-アミノ酸が存在することが明らかにされている。また、その生理的役割の解明も為されつつあり、例えば D-セリンは哺乳動物脳内における神経伝達に関与しており、D-アスパラギン酸はホルモンの生合成・分泌の制御への関与することが報告されている。細菌においても細胞壁のリモデリングやバイオフィルムの分散への関与が示唆されるなど、多くの生物において D-アミノ酸の生理機能に関する新規知見の積み重ねが為されている。その一方で、植物における D-アミノ酸研究の進展は遅れているのが現状であり、一部の植物において serine racemase や D-amino acid aminotransferase といった D-アミノ酸代謝関連酵素が同定され、その酵素科学的諸性質の解析はなされているものの、生理的役割については未だ不分明なままである。本研究で対象とするシロイヌナズナにおいても上述の2種類の酵素の同定が為されるとともに、昨年になって分岐鎖アミノ酸に対する新規ラセマーゼの同定報告が為されており、植物における D-アミノ酸研究の興味深い対象であるにも関わらず、D-セリンや D-アラニンによる生育阻害の報告があるのみでその D-アミノ酸の生理機能に関する解析はほとんど進展していない。そこで、本研究ではシロイヌナズナにおける各種アミノ酸の吸収能の評価および生育への影響を解析することで、シロイヌナズナにおける D-アミノ酸代謝に関する新規知見の獲得を試みた。

【方法】滅菌後のシロイヌナズナ種子を MS 培地に播種し 10 日間無菌条件下で栽培した後に、各種アミノ酸を含有する MS 液体培地に移植し、さらに 24 時間栽培した後のアミノ酸吸収を定量的に評価した。

【結果および考察】種々の D- アミノ酸および L- アミノ酸の吸収能を評価した結果、対象とした全てのアミノ酸において有意な吸収が認められた一方で、その吸収量は顕著にアミノ酸の種類に依存することが明らかとなった。また、アミノ酸吸収量の差異と生育阻害効果の有無との間の相関は認められなかったことから、シロイヌナズナにおける D- アミノ酸による生育阻害は、特定の D- アミノ酸の吸収後の代謝の結果であることが示唆された。

アクチビン B によるヘプシジン遺伝子発現の誘導を LDN-193189 は遮断しない

金森耀平* 1), 村上賢 2), 松井徹 1), 舟場正幸 1) (1) 京大院農・動物栄養, 2) 麻布大獣医・分子生物)

【目的】ヘプシジンは肝臓で産生されるペプチドホルモンで、体内鉄量を負に制御している。炎症と併発することが多い炎症性貧血の発症には、ヘプシジン発現の亢進が関わっている。炎症時に発現が亢進するサイトカインの一つアクチビンBはヘプシジンの発現を亢進する。ヘプシジン遺伝子発現はBMP/Smad 経路により正に調節されることが知られている。本研究では、アクチビンBによるヘプシジン遺伝子発現の誘導に、BMP I 型受容体の阻害剤 LDN-193189 が及ぼす影響について検討した。

【方法】コラゲナーゼ灌流法により単離したラット初代肝細胞ならびに継代系肝細胞の HepG2 細胞を用いた。LDN-193189 (100 nM) の存在下あるいは非存在下で、アクチビン B (2 nM) 処理ならびに BMP2 (4 nM) 処理を行った。遺伝子発現を RT-qPCR 法で測定し、タンパク質の発現・リン酸化をウェスタンブロット法により調べた。マウスへプシジンプロモーターのルシフェラーゼレポーター遺伝子 (Hamp1-luc) を HepG2 細胞に導入し、転写を評価した。また、ラット初代肝細胞におけるた。siRNA を導入し、HepG2 細胞で発現している BMP I 型受容体 ALK2 と ALK3、BMP II 型受容体 ActRIIA、ActRIIB、BMPRII のノックダウン試験を行った。

【結果と考察】過去の報告同様、アクチビンBは Smad2/3と Smad1/5/8の両方をリン酸化し、典型的なアクチビンシグナルのみならず、BMP シグナルをも活性化した。ALK2の siRNA を導入すると、アクチビンB による Smad1/5/8のリン酸化ならびに Hamp1-luc のアクチビンB 応答性が抑制された。さらに、ActRIIAの siRNA を導入すると、Hamp1-luc のアクチビンB 応答が阻害されたことから、アクチビンB は II 型受容体として ActRIIA、I 型受容体として ALK2 を利用して、Smad1/5/8 シグナルを活性化すると考えられた。しかしながら、BMP2 による Smad1/5/8 のリン酸化ならびにヘプシジン発現の誘導は、LDN-193189 により抑制されたのに対して、アクチビンB による Smad1/5/8 のリン酸化ならびにヘプシジン発現の誘導は抑制されなかった。したがって、アクチビンB による Smad1/5/8 シグナルの誘導には、典型的な BMP シグナル伝達の様式一リガンドの結合に伴って、II 型受容体により I 型受容体が活性化され、I 型 受容体により Smad1/5/8 がリン酸化される一にはない未知の機構が関係している可能性が示唆された。

0 - 4

イカ由来セラミドアミノエチルホスホン酸の消化と吸収の評価

友永奈美*1), 都築毅²⁾, 真鍋祐樹¹⁾, 菅原達也¹⁾ (¹⁾ 京都大学大学院,²⁾ 東北大学大学院)

【目的】海産無脊椎動物に含まれるスフィンゴ脂質であるセラミドアミノエチルホスホン酸(CAEP)は、セラミド骨格の構成成分に特徴的なトリエン型スフィンゴイド塩基を含むことが知られている。CAEPはイカや貝に含まれており、食経験が認められるものの、食品成分としてほとんど評価されていない。その理由として、消化管吸収機構が十分に解明されていないことが挙げられる。

一方、CAEPと類似した構造であり、動物に一般的なスフィンゴミエリン(SM)は、小腸のアルカリ性スフィンゴミエリナーゼによってセラミドへと消化され、さらにスフィンゴイド塩基に消化された後、吸収される。

そこで本研究では、CAEPの消化特性をSMと比較し、さらに消化管吸収について調べた。

【方法】アメリカオオアカイカ皮抽出物から CAEP を精製した。マウス小腸粘膜ホモジネートによる CAEP と SM の分解特性を比較した。反応後の基質残存量は光散乱検出器を備えた HPLC を用いて定量し、分解産物であるセラミド及びスフィンゴイド塩基の生成については、それぞれ LC-MS 及び o- フタルアルデヒド誘導体化の蛍光 HPLC 分析により測定した。また、CAEP 経口投与後のマウスの小腸内容物に含まれる分解産物を調べた。

さらに、ラットリンパ管カニューレ法により、CAEP 投与後のリンパ液を回収し、吸収されたスフィンゴイド塩基を測定した。

【結果】マウス小腸粘膜ホモジネートによる CAEP の分解は SM よりも速やかであり、アルカリ性スフィンゴミエリナーゼの至適 pH ではない中性でも分解された。また、CAEP 投与マウスの小腸内から CAEP 由来スフィンゴイド塩基が検出された。

さらに、CAEP 投与後のラットリンパ液から CAEP 由来のスフィンゴイド塩基が検出された。

【考察】以上の結果から、CAEP は小腸内でスフィンゴイド塩基にまで消化され、アルカリ性スフィンゴミエリナーゼ以外の消化酵素も関与する可能性が示された。

また、CAEP由来スフィンゴイド塩基が体内へと吸収されることが明らかとなり、その食品機能性が期待された。

大和当帰茶の継続的な飲用による若年女性の冷え症改善作用 北野文理*,永澤健 (畿央大学健康科学部健康栄養学科)

【目的】当帰はセリ科シシウド属に属する多年生草本植物であり、当帰の根は当機芍薬酸や四物湯などの漢方薬としてよく知られている。当帰葉は近年、食用に使用できるようになり、お茶や調味料、お菓子などにも活用されている。大和当帰茶は奈良県で生産されている大和当帰の葉を焙煎して抽出した飲料である。しかしながら、当帰葉の生体調節機能については十分に明らかになっていない。当帰葉には当帰の根と同様にフタライド類のリグスチリドが含まれていることが明らかになっており、リグスチリドには血管弛緩作用が報告されている。したがって、当帰葉には血液循環の上昇作用があるものと考えられ、大和当帰茶の飲用により冷え症の改善効果が期待できる。

本研究では、冷え症の若年女性を対象に、大和当帰茶を2週間飲用することで末梢の体表面温を保持させ、冷えの自覚症状の改善に効果があることを検討した。これによって大和当帰茶の継続的な飲用による冷え症改善の有効性を明らかにすることを目的とした。

【対象と方法】冷えの自覚症状のある 20 ~ 23 歳の女性 12 名を対象とした。実験は当帰茶の飲用条件に加え、白湯の飲用条件を設けた。各条件の施行順序はランダムとした。被験者は当帰茶あるいは白湯を 2 週間ずつ 1 日 2 回、起床後と就寝前に飲用し、毎回の飲用直後に赤外線温度計によって手指、足指および腹部の体表面温を測定した。また、飲用開始前と飲用終了翌日、飲用終了 1 週間後にも体表面温を測定し、さらに冷えの自覚症状の調査を行った。

【結果】手指の体表面温は飲用開始 2 週間後に当帰茶の飲用条件において有意に上昇(p<0.05)を示したのに対して(当帰飲用開始前:23.01 ± 4.09℃、飲用開始 2 週間後:27.14 ± 4.32℃)、白湯の飲用条件においては有意な差がなかった。足指および腹部の体表面温は両条件ともに有意な変化を認めなかった。飲用終了後の 3 箇所の体表面温は両条件ともに飲用開始前と比較して有意な差がなかった。2 週間の飲用後、当帰茶条件では冷え症の自覚症状の改善を認めた者が 10 名中 8 名と多く、一方、白湯条件では 5 名だった。飲用終了の 1 週間後には冷えの自覚症状の改善を認めた者が当帰茶条件で 8 名から 5 名に減少した。

【結論】大和当帰茶の継続的な飲用は末梢の体表面温を保持させ、冷えの自覚症状を改善することが示唆された。

O - 6

記憶と食品の研究 II - マウスの空間的位置認識の定量的解析の検討 - 松田桂*, 佐賀菜月, 中西夏美, 木屋佳奈恵, 河村幸雄 (京都女子大学・院・食物栄養)

【目的】加齢やある種の病的状態に起因する意欲や記憶認識力の減退が、食品(成分)により予防や改善ができるかは、本質的に非現実的課題と見なされてきた。非現実的と見なされる理由の一つは、記憶や行動のような高次の生理機能の定量的評価の困難性にある。本研究では、マウスの記憶(空間・時間認識)に及ぼすストレスの影響の評価に、空間認識の標準法とされる「水迷路試験 – Atlantis platform 法」の有用性を検証する目的で、位置認識と記憶の持続性をおよびそれらに対するストレスの影響を検討した。

【方法】マウスの記憶に与えるストレスの影響の評価は、Atlantis platform 法(水迷路試験)を用いて測定した。直径 120cm、高さ 50cm の円形プールに深さ 27cm に水を張り、その中心に水面上あるいは水面下 1.5cm となるように直径 10cm の透明な円柱プラットフォーム(以下 P)を設置した。マウスの本能的な水忌避行動を利用し、1日5回7日間遊泳させ水面上 P の位置を学習させた。その後、水面下の見えない P を発見するまでの時間の短縮をもって記憶の尺度とした。定着した P の位置記憶がどの程度継続するのか、また定着記憶に対するストレスの影響を検討するために、1日 1回 1 時間の水中拘束ストレスを 1 週間負荷した。その後、定着した P の位置記憶の変化を測定した。

【結果】①見えない水面下のPへの到達は水面上のPによる1週間の学習で顕著に速くなり、位置記憶の定着が認められた。②この位置記憶は少なくとも2週間は定着していた。③Pの位置を水面下プール中央から端に移動させると、Pへの到達時間は中央にある場合より平均約4倍長くなった。この結果は、マウスがPの位置を中央と記憶し中央付近を探索していたため、端部のPの発見に時間を要したと解釈され、学習記憶の定着が再確認された。③水面下のPへの到達時間は、透明水および白濁水で差はほとんどなく、視認の結果ではなく位置記憶によると判断された。以下、念のため、白濁下で検討した。④このマウスの位置記憶の定着は、ストレス負荷により喪失することが示された。

亜セレン酸とセレノメチオニンの有効性に及ぼす投与期間の影響 廣瀬侑太郎*, 北川怜子, 下川真由子, 細見亮太, 福永健治, 吉田宗弘 (関西大学化学生命工学部栄養化学・食品化学研究室)

セレン(Se)に関する栄養試験や毒性試験においては無機の亜セレン酸塩がよく用いられるが、食品から摂取する Se の多くはタンパク質のペプチド鎖中に取り込まれたセレノメチオニン(SeM)もしくはセレノシステインである。とく に通常の土壌で生育した穀物や豆類中の Se の多くは SeM と考えられる。SeM が、一般のタンパク質に非特異的に取り込まれること、あるいは直接メチルセレノールへ代謝されることを考えると、SeM と亜セレン酸塩とではグルタチオンペルオキシダーゼ(GPX)などの含 Se タンパク質への取り込みの速度や効率が異なると予想される。本研究では、亜セレン酸と SeM の有効性に及ぼす投与期間の影響を検討する目的で、あらかじめ低 Se 飼料で飼育したラットに両 Se 化合物を 1 または 4 週間投与し、臓器 Se 濃度と GPX 活性の変化を比較した。

【方法】4週齢の Wistar 系雄ラットに AIN93G 飼料からセレン酸塩を除いた低 Se 基本飼料を3週間投与した。その後、3群に分け、1群にはそのまま低 Se 飼料、残り2群には基本飼料に亜セレン酸ナトリウムまたは L-セレノメチオニンを Se 濃度として $0.2\,\mathrm{mg/kg}$ 添加した飼料を投与した。Se 添加飼料投与開始から1週間および4週後に各群とも6匹ずつを処理して、血清、肝臓、腎臓を採取し、Se 濃度を湿式灰化-ICPMS 法、GPX 活性を t -ブチルヒドロペルオキシドを基質に用いる方法で測定した。

【結果と考察】Se 添加飼料 1 週投与により、血清、肝臓、腎臓の Se 濃度はいずれも有意に上昇した。亜セレン酸と SeM 投与を比較すると、血清と肝臓では差を認めなかったが、腎臓では亜セレン酸投与群が SeM 投与群を上回った。血清 GPX 活性は 1 週間の Se 投与では上昇しなかったが、肝臓と腎臓では上昇が認められ、とくに亜セレン酸投与において有意であった。 4 週投与の場合も、血清、肝臓、腎臓の Se 濃度はすべて有意に上昇したが、 1 週投与とは異なり、肝臓において SeM 投与群が亜セレン酸投与群を有意に上回った。 4 週間の Se 投与によって、肝臓の GPX 活性は投与 Se の形態とは無関係に有意に上昇したが、血清と腎臓の GPX 活性は亜セレン酸投与群のみが有意に上昇した。 1 週投与と 4 週投与を比較した場合、全群のすべての臓器において Se 濃度、GPX ともに 4 週投与が高値を示した。 また、肝臓と腎臓を比較すると、 投与期間と Se の形態とは無関係に、 Se 濃度は腎臓、 GPX 活性は肝臓が高値を示した。 SeM の組織への蓄積や GPX への利用は亜セレン酸よりも遅れるが、 投与期間の延長とともに蓄積が進行し、 GPX への利用も高まると推定できる。

O - 8

セレン強化植物およびセレン耐性微生物に含まれるセレン種のスペシエーション分析 戸部隆太^{* 1)}, 古賀裕紀 ¹⁾, 田島寛隆 ¹⁾, N. Tejo Prakash²⁾, 三原久明 ¹⁾ (¹⁾ 立命館大学生命科学部, ²⁾ Thapar University)

【目的】セレン (Se) は、哺乳類をはじめとする多くの生物にとって必須微量元素の一つであり、生体内では主にセレノシステインとしてタンパク質(セレンタンパク質)中に存在し、重要な生理的役割を担っている。近年の研究により、セレンタンパク質を持たない植物において、新たなセレノアミノ酸が見出された。植物・微生物におけるセレノアミノ酸の同定や代謝系については解析が進んでおらず、未だ不明瞭な点が多く残されている。そこで本研究では、土壌中の重金属を吸収・蓄積することが示唆されている植物であるアイスプラント、および高濃度 Se 蓄積土壌より単離された2種の細菌(Pseudomonas sp. F2a 株と Bacillus sp. NTP-1 株)を対象としたスペシエーション分析を試みた。

【方法】アイスプラントをセレン酸または亜セレン酸を含む培地で生育させた。採取した葉を破砕後、プロテアーゼ処理したものを HPLC-UV-HG-AFS に供して生体内 Se 種のスペシエーション分析を行った。また、検出されたセレノアミノ酸がタンパク質に由来するか遊離のアミノ酸なのかを調べるために、プロテアーゼ未処理のサンプルと比較した。一方で、上記 2 種の Se 耐性細菌内の Se 種を同定するためにセレン酸または亜セレン酸を添加した培地で培養し、両菌株の細胞抽出液を HPLC-UV-HG-AFS にて分析した。

【結果・考察】アイスプラントに含まれるSe種の分析を行った結果、Se化合物含有培地で生育させたサンプルから、セレノシスチンやセレノメチオニン、Se-メチルセレノシステインが検出された。また、プロテアーゼ処理したサンプルと比べて、未処理のサンプル中のセレノシスチンやセレノメチオニンに該当するピークの大幅な減少が認められ、これらセレノアミノ酸はタンパク質に由来することが示唆された。次にSe耐性菌の分析の結果、亜セレン酸添加時にF2a株においてセレンタンパク質に由来すると思われるセレノシスチンが検出された。一方で、ゲノム解析によりセレンタンパク質を持たないとされているNTP-1株においても、セレン酸添加時にセレノシスチンに該当するピークが検出された。これは本菌において、過剰セレン酸が硫酸代謝経路を介してセレノシステインへと変換され、システインの代わりに非特異的にタンパク質中に組み込まれたためと考えられた。

ポスターセッション

P - 1

EPA 産生細菌 Shewanella livingstonensis Ac10 における膜タンパク質の生産制御機構の解析 杉浦美和*, 浅井梓, 水谷彩乃, 川本純, 栗原達夫 (京都大学化学研究所)

【背景・目的】ヒトの必須脂肪酸であるエイコサペンタエン酸(EPA)は抗癌作用や抗炎症作用などの生理機能をもつことが報告されているが、それらの機能の発現機構には不明な点が多い。南極海水由来の低温適応性細菌 Shewanella livingstonensis Ac10 は、低温誘導的に EPA を膜リン脂質のアシル鎖として生産する。本菌の EPA 欠損株の表現型から、EPA が本菌の低温適応に重要であることが示された。また、EPA 欠損株では外膜タンパク質の生産量が野生株と異なり、EPA が膜タンパク質の生産に影響を与えていることが示唆された。本菌の主要な外膜タンパク質のmp74 の folding に対する EPA 含有リン脂質(EPA-PLs)の影響を解析した結果、EPA-PLs には Omp74 の folding を促進するシャペロン様機能があることがわかった。EPA-PLs と Omp74 の相互作用機構をより詳細に解析するために、本研究では Omp74 の folding pathway の解明を目指した。

【方法】Omp74 を大腸菌に高発現させ精製し、8 M Urea または 2% SDS で変性した。変性した Omp74 を EPA-PLs 含有リポソームと非含有リポソームを用いて refolding させ、SDS-PAGE 解析によって Omp74 の folding 速度を測定した。Omp74 の N 末端ドメインを、完全長の Omp74 と同様に発現・精製し、変性した後に CD スペクトルを測定し二次構造を解析した。

【結果・考察】変性剤に SDS を用いた時、Urea を用いた場合に比べてより速やかに Omp74 が folding した。また、Omp74 は、Urea で変性した時は完全変性状態である一方、SDS で変性した時は N 末端ドメインにおいて a -helix が形成され、部分的に fold された状態であった。さらに、EPA-PLs は SDS で変性した場合にも Omp74 の folding を促進した。以上の結果より、a -helix を形成する中間体を経由した多段階的な Omp74 の folding pathway が示唆され、EPA-PLs は少なくとも a -helix 形成以降の段階でシャペロン様機能を発揮することが考えられた。

P-2

カキ肉エキス給餌によるラットの肝臓コレステロール濃度低下効果

松堂杏菜* ¹⁾, 西村直恭 ¹⁾, 細見亮太 ¹⁾, 春松槙 ²⁾, 福田卓 ²⁾, 松田芳和 ²⁾, 吉田宗弘 ¹⁾, 福永健治 ¹⁾ (¹⁾ 関西大学 化学生命工学部 生命・生物工学科, ²⁾ 日本クリニック株式会社 中央研究所)

【目的】 脂質摂取量の増加や運動不足による慢性的なエネルギー過剰摂取状態が白色脂肪組の肥大を促し、高血糖、脂質異常、高血圧などの生活習慣病が引き起こされやすい状態になることが明らかになっている。メタボリックシンドロームの主要病態の一つである非アルコール性脂肪性肝臓障害では、肝臓への脂肪蓄積が炎症を促進し、肝硬変ひいては肝臓癌を誘発することが示唆されている。カキは「海のミルク」と称され、亜鉛、グリコーゲン、タウリンなど様々な機能性成分が含まれ、様々な健康機能が報告されている。しかし、かき肉エキスの肝臓脂質濃度に及ぼす影響についてはほとんど検証されていない。そこで本研究では、カキ肉エキス粉末を添加した高脂肪餌料をラットに給餌し、肝臓の脂質蓄積に及ぼす影響を評価した。

【方法】 試験餌料は、AIN93G 改変高脂肪餌料(大豆油 7% + ラード 13%)に対してカキ肉エキス粉末を 5.0% (OE5.0% 群、w/w) 混合した。雄性 Wistar 系ラット (4 週齢) を平均体重が同様になるように 1 群 6 匹ずつに分けた。試験餌料を 4 週間自由摂取後、常法に従って解剖を行い、血清、肝臓を採取した。また解剖前 1 週間、各群の糞を毎日全量採取した。血清、肝臓および糞の脂質組成を測定し、肝臓コレステロール代謝関連遺伝子発現量をリアルタイム PCR 法により求めた。

【結果と考察】 飼育期間中の餌料摂取量、体重増加、餌料効率および解剖時臓器重量には二群間で有意な差はみられなかった。肝臓コレステロール濃度は、OE5.0% 群で有意な低下が確認された。肝臓中のコレステロール合成律速酵素である HMG-CoA reductase (HMGCR) およびコレステロールエステル合成を触媒する acyl-CoA: cholesterol acyltransferase-1 (ACAT-1) 遺伝子発現量において、OE5.0% 群で有意な低下がみられた。また OE5.0% 群で sterol regulatory element-binding protein-2 (SREBP-2) 発現量の有意な低下がみられたことから、SREBP-2 を介したコレステロール合成抑制が起きたと考えられる。OE5.0% 群で糞へ排泄された中性および酸性ステロイド量の有意な増大がみられた。以上のことから、カキ肉エキスの給餌は肝臓でのコレステロール合成抑制および小腸でのステロイド吸収を抑制することにより、肝臓のコレステロール濃度を低下させる作用を有すると示唆された。

P - 3

学校給食提供量の個人差とエネルギーおよび栄養素摂取量の評価 小松万里子*¹⁾, 岡上沙耶¹⁾, 掃部美咲¹⁾, 神田知子¹⁾, 山本茂²⁾, 小切間美保¹⁾ (¹⁾ 同志社女子大学, ²⁾ 十文字学園女子大学大学院)

【目的】学校給食は文部科学省が示す学校給食摂取基準を目安に食事計画が行われている。実際には児童が盛り付けを行うため、個人の必要量に合わせた提供は困難であり、提供量のばらつきがエネルギーおよび栄養素の摂取量に大きく影響していると考えられる。しかし、提供量の個人差や個人の提供量と必要量の関係を評価した報告は少ない。そこで本研究では小学校給食提供重量の把握を行い、エネルギーおよび学校給食摂取基準に示されている栄養素に加え K、P、Cu、Mn のミネラルについて摂取量の評価を行った。

【対象および方法】平成19年度「学校給食における児童・生徒の食事摂取基準策定に関する調査」(文部科学省)の食事調査、生活活動調査、身体状況調査の結果を用いた。対象は3都道府県の4小学校の2年生89名、5年生50名で、各児童の3日間の給食417食について解析した。食事調査は調査員が計量器を用いて、料理ごとに摂取前・後の量を実測し、エネルギーおよび栄養素摂取量はエクセル栄養君Ver.6により算出した。

P-4

ラットの鉄栄養状態に及ぼす硫酸鉄およびヘモグロビン投与の影響 中澤知奈美*,柳井美穂,細見亮太,福永健治,吉田宗弘 (関西大学 化学生命工学部 生命・生物工学科)

【目的】 鉄はヘモグロビンや各種酵素の構成成分として重要な必須微量元素である。我々が摂取する鉄の化学形態はヘム鉄と無機鉄に分けられる。鉄の吸収効率は化学形態によって異なり、一般にヘム鉄が高く、無機鉄は低いとされている。しかし、本研究室でラットを用いた栄養試験において、ヘム鉄よりも無機鉄(硫酸鉄)の方が鉄の利用効率が高い結果が得られているが、見かけの吸収率はほぼ同じという矛盾が生じていた(植村ら, Trace Nutrients Research 27: 13-16, 2010)。前回の実験では、糞採取に代謝ゲージを用いておらず、糞食を防止できなかったことが原因と考えられる。そこで本研究では、ヘモグロビンおよび硫酸鉄をラットに給餌し、代謝ゲージを用いて見かけの吸収率を求めた。

【方法】 鉄塩を除いた AIN93G 組成をもとに、硫酸第一鉄または豚ヘモグロビン粉末を 20 μg/g 濃度になるように餌料を調製した。4週齢 Wistar 系雄ラットを用い、試験餌料および水は自由摂取とした。餌料摂取量、水分摂取量および体重測定を経日的に行い、28 日間飼育した。飼育開始 4 週目に 3 日間代謝ケージに移し、1 日毎に糞を全量採取した。飼育終了後、常法により採血し、血清、肝臓、腎臓、脾臓および腸粘膜(十二指腸、空腸および回腸)を採取した。採取した臓器と糞は濃硝酸を用いて灰化後、フレーム式原子吸光光度計により鉄濃度を測定した。また、小腸粘膜の鉄吸収関連遺伝子 mRNA 発現量も測定した。

【結果と考察】 血清鉄、ヘモグロビンおよびヘマトクリット値は硫酸鉄投与群で有意に高値であり、血清総鉄結合能、血清不飽和鉄結合能は有意に低値であった。また各臓器中の鉄濃度は、硫酸鉄投与群で有意に高値であった。鉄の見かけの吸収率は、硫酸鉄投与群で有意に高値であった。そのため前回の実験では、正しい見かけの吸収率が求められてなかったと考えられる。二価鉄の吸収に関わり、鉄欠乏状態では発現が亢進する Divalent Metal Transporter 1 (DMT1) の十二指腸および空腸粘膜における遺伝子発現量は、ヘモグロビン投与群で発現上昇がみられた。以上のことから、ラットにおいてへム鉄は体内に吸収されにくく、鉄利用性の低い化学形態であることが示唆された。

P-5

亜鉛欠乏と亜鉛過剰摂取が精巣に及ぼす影響とマクロファージの役割 木戸尊將*,柳澤裕之

(東京慈恵会医科大学 医学部 環境保健医学講座)

【背景】 亜鉛は免疫機能の維持や精子形成において重要な働きを担う必須微量元素である。しかし、現在の日本人は亜鉛摂取が不足しており、それを補うためのサプリメントが普及している。一方では大量に摂取すると健康増進を得られると考え、亜鉛の適正な服用量を守らず、サプリメントを過剰摂取することが危惧される。我々の基礎的研究において、ラットを亜鉛欠乏食または過剰食で飼育した際に、亜鉛欠乏ラットでは精巣の萎縮が観察され、亜鉛過剰ラットでは、稀であるが精巣出血による死亡が確認された。しかし、その機序については明確ではない。そこで本研究では、亜鉛欠乏及び過剰状態の精巣における病理的変化について明らかにするために、炎症反応の指標である Interleukin-1 β (IL-1 β),Tumor Necrosis Factor- a (TNF- a),Monocyte Chemotactic Protein-1 (MCP-1) の遺伝子発現を観察し病理学的に検討した。

【方法】 5 週令の Sprague-Dawley ラット (n=6: 雄) に亜鉛欠乏食 (亜鉛無添加)、亜鉛亜乏食 (0.005% 亜鉛)、標準食 (0.01% 亜鉛)、亜鉛中過剰食 (0.05% 亜鉛)、亜鉛大過剰食 (0.2% 亜鉛) を毎日 17g ずつ 6 週間与えた。6 週間後に腹部大動脈から採血を行い、精巣を摘出した。その後、精巣から mRNA を抽出し RT-qPCR 法を用いて IL-1 β , TNF- α , MCP-1 の mRNA 発現を検討した。また、病理組織学的検討を行うため Hematoxylin-Eosin (H-E) 染色を施行し、抗 ED-1 抗体を用いて免疫組織学的に精巣マクロファージを同定した。

【結果】H-E 染色では、亜鉛欠乏食群において精細胞の減少が観察された。また、亜鉛欠乏食群では、間質へのマクロファージの浸潤の増加が免疫組織染色によって確認された。ラット精巣における IL-1 β , TNF- α , MCP-1 mRNA の発現については、亜鉛欠乏食群において他の群よりも有意に亢進していた。亜鉛過剰に関しては、病理的変化及び遺伝子発現において変化は観察されなかった。

【考察】 亜鉛欠乏ラットの精巣において炎症反応が増大していることが示唆された。マクロファージは奇形精子を貪食することが知られている。本研究から、亜鉛欠乏によって生じた奇形精子を貪食するためにマクロファージが遊走し、炎症性サイトカインが産生されていると考えられる。また、亜鉛過剰食群においては炎症性サイトカイン及び病理所見において変化は認められなかった。今後は、亜鉛量をさらに増やし精巣における毒性影響を検討する。

P-6

亜鉛トランスポーター ZIP4、ZIP5 の膜輸送選別シグナルについての解析 有本紗也加*¹⁾,成田宏史²⁾,神戸大朋¹⁾ (¹⁾ 京都大学大学院生命科学研究科,²⁾ 京都女子大学)

【目的】亜鉛は、タンパク質の構造や酵素活性、種々のシグナル調節の重要因子として機能する必須微量元素である。その為、生体内亜鉛が欠乏すると、味覚障害や皮膚炎など多岐にわたる症状が引き起こされる。生体内の亜鉛ホメオスタシスの制御においては、消化管における亜鉛の出納が重要な制御となっており、食事由来の亜鉛量や体内亜鉛量に応じて厳密に制御される。消化管での亜鉛吸収・排出には、亜鉛トランスポーターに ZIP4 と ZIP5 が重要な役割を果たすことが知られる。この2つの ZIP は相同性を示すものの、亜鉛濃度に応じて全く逆の発現(ZIP4 は頂端膜、ZIP5 は側底膜に蓄積)と制御(ZIP4 は亜鉛欠乏時、ZIP5 は亜鉛十分時に発現増大)を受ける。しかし、その分子機構に関してはこれまで全く解析されていない。本研究では、この発現制御機構を明らかにするために両者のドメイン交換変異体を作製し、それぞれの膜局在を制御するシグナルを同定することを試みた。

【方法】C 末端領域に HA タグを融合させた野生型 ZIP4 と ZIP5 及び、ドメイン交換変異型 ZIP4 と ZIP5 を極性細胞である MDCK 細胞(イヌ腎尿細管上皮細胞)に導入した。本 MDCK 細胞は、FLp-In™T-Rex システムが導入されているため、各導入遺伝子を同じレベルで発現させることが出来る利点がある。Western blotting により ZIP4、ZIP5 の発現を確認し、また、Transwell plate を使用して培養した細胞を免疫蛍光染色することにより細胞内局在部位について解析した。

【結果・考察】樹立した MDCK 細胞において、ZIP4WT が頂端膜に、ZIP5WT が側底膜に正しく局在することを確認した。また、ZIP4 の膜貫通領域III と IV の間のアミノ酸配列全体を ZIP5 の同じ領域と交換した変異体(ZIP4TM3-4)が頂端膜ではなく、側底膜に局在することを示す結果を得た。この結果から、ZIP5 のこの領域に側底膜への膜輸送選別シグナルが存在することが示唆された。現在、TM3-4 領域中の細かい領域を入れ換えた複数のドメイン交換変異体の発現部位について解析しており、ZIP5 の機能に重要な側底膜輸送選別シグナル配列を同定することを試みている。また、ZIP4の頂端膜輸送選別シグナルや亜鉛応答性制御領域についても解析しており、これらの結果についても報告する予定である。

昆布だしを用いた調理における食材へのヨウ素の移行 由上文子*,中島恵美,吉田宗弘 (関西大学化学生命工学部栄養化学研究室)

日本人の推定ヨウ素摂取量は $1\sim3$ mg/日であり、成人の推奨量($130~\mu$ g/日)を大幅に上回っている。昆布はヨウ素の最大供給源であるが、だしとして利用することが多いため、昆布からのヨウ素摂取量を正確に見積もることは困難である。本研究では、昆布だしを用いた料理からのヨウ素摂取量を見積もるために、昆布だしを用いた調理における食

材へのヨウ素の移行について検討した。 【方法】昆布だしとして、昆布を使用した市販の顆粒だし(素材力だし、理研ビタミン)1 g を水道水 100 ml に溶かしたものを用いた。鉄鍋(ϕ 18cm)に調製だし 500 ml を入れ、洗って皮をむいた野菜(里芋、椎茸、人参、大根)の小片(約 10 g)を 4 つずつ鍋に入れ、ガスコンロを用いて強火で約 3 分かけて沸騰させ、その後はアルミ箔で落し蓋をして、沸騰が続く程度の弱火で 30 分間煮た。一般的な煮物が鍋のまましばらく置いて味を染み込ませることを想定し、加熱後に蓋をして 30 分間常温(約 22℃)に置き、50℃程度まで冷ます調理も行った。実験はそれぞれ 3 回繰り返し行った。煮た野菜小片は凍結乾燥し、乳鉢ですり潰した。乾燥野菜の約 0.2 g を精秤し、純水 5 ml と 25%テトラメチルアンモニウムヒロドキシド(TMAH)1 ml を加え、3 時間 90℃で温浴後、純水を用いて 50 ml にメスアップした。この溶液を遠心後、上清を 0.45 μ m フィルターでろ過し、適宜希釈後、誘導結合プラズマ質量分析装置(ICPMS)を用いてヨウ素濃度を測定した。煮だしはろ過、適宜希釈後、ICPMS でヨウ素濃度を測定した。

【結果】だしのヨウ素濃度は、煮る前が 4.53 ± 0.06 ppm、煮た後が 5.12 ± 0.17 ppm だった。煮る前にほぼ 0 ppm であった野菜中のヨウ素濃度(湿重量あたり)は、昆布だしで煮ることで $2\sim4$ ppm に上昇した。また、煮た後に 30 分置いたものは煮た直後のものよりヨウ素濃度が高かった。

【考察】昆布だしで煮た後のヨウ素濃度は野菜により異なることから、野菜によってだしが浸透する速度は異なると考えられる。また調理ごとに比較した場合、ヨウ素濃度にそれほど差がなかったことから、同じ方法で野菜を煮れば同じようにヨウ素が浸透すると思われる。煮た後に 30 分置く方法で調理したものを、例えば小鉢 1 杯(湿重量で約 80 g)を食すと、成人のヨウ素推奨量を上回る約 250 μ g のヨウ素を摂取することになる。食品成分表によれば昆布だしのヨウ素濃度は今回用いた顆粒だしよりも 1 桁高いため、小鉢 1 杯の煮物からのヨウ素摂取量が mg オーダーのこともあると推定できる。

P-8

離乳後マウスと泌乳マウスの IgA 産生に及ぼすペプチド亜鉛の影響橋本知明*,松山奈央,杉本実紀,池田俊太郎、久米新一(京都大学大学院農学研究科)

【目的】亜鉛は動物の免疫機能を改善することが報告されているが、腸管免疫に及ぼす効果はほとんど調べられていない。そこで、本研究では無機態よりも吸収率の高いペプチド亜鉛を離乳後の雄マウスと泌乳マウスに給与して、マウスの IgA 産生に及ぼすペプチド亜鉛の影響を調べた。

【方法】ICR 系 3 週齡雄マウス計 36 匹を対照区、ペプチド亜鉛 100ppm 給与区およびペプチド亜鉛 150ppm 給与区に割り当て、ペプチド亜鉛給与区では対照区の飼料(亜鉛を 48.9ppm 含有)にペプチド亜鉛として亜鉛を 100 および 150 ppm 添加して 2~3 週間給与した。雄マウスの体重、飼料摂取量および飲水量を毎日測定し、飼育後 14 日目および 21 日目に血液、空腸、回腸および直腸糞を採取した。また、ICR 系妊娠マウス計 8 匹を対照区およびペプチド亜鉛 150ppm 給与区に割り当て、ペプチド亜鉛給与区では対照区の飼料(亜鉛を 48.9ppm 含有)にペプチド亜鉛として亜鉛を 150 ppm 添加して交配後 6.5 日から分娩 14 日後まで給与した。仔マウスは出生後 2 日目に 10 匹になるように間引きした。妊娠・泌乳マウスの体重および飼料摂取量と新生仔マウスの体重を毎日測定し、分娩 14 日後に母体から血液、乳腺、空腸および回腸を、また仔マウスからは血液、胃内容物、小腸および直腸糞を採取した。血清、乳腺、空腸、回腸および直腸糞については ELISA 法で IgA 濃度の測定を行い、また乳腺、空腸および回腸については蛍光免疫染色で IgA 産生細胞数を計測した。

【結果と考察】離乳後マウスの体重および飼料摂取量、泌乳マウスの体重、飼料摂取量および新生仔マウスの体重にはペプチド亜鉛給与による影響は認められなかった。雄マウスの空腸および回腸の IgA 産生細胞数と IgA 濃度は飼育後 14日目から 21日目にかけて増加したが、飼育後 14日目と 21日目の空腸と回腸の IgA 産生細胞数と IgA 濃度には処理による影響は認められなかった。泌乳マウスの乳腺の IgA 産生細胞数および空腸の IgA 濃度と仔マウスの直腸糞の IgA 濃度はペプチド亜鉛給与で増加傾向(P<0.10)を示したが、空腸と回腸の IgA 産生細胞数および乳腺と回腸の IgA 濃度は処理による影響は認められなかった。

以上の結果から、ペプチド亜鉛給与は泌乳マウスの IgA 産生に限定的な効果が認められたが、離乳後マウスの IgA 産生に及ぼす効果は明らかでなかった。

P - 9

Shewanella livingstonensis Ac10 における三価鉄還元機構の解析 大毛淑恵*,丸山沙織, 樽井惇, 王玉, 川本純, 栗原達夫 (京都大学化学研究所)

【目的】微生物による金属代謝を金属汚染環境の浄化に利用する試みが注目を集めている。本研究室において南極海水から単離された Shewanella livingstonensis Ac10 は 4°C から 25°C で生育する低温適応性のグラム陰性桿菌である。本菌のゲノム上には、cytochrome c をコードする遺伝子が約 40 種存在し、これらが多様な金属代謝系に関与する可能性が考えられる。これらの知見から、本菌は低温環境下での金属汚染環境の浄化に有用と期待される。本菌が、嫌気条件下、三価鉄を電子受容体として生育すること、また、その際にリン酸欠乏誘導性ポーリンタンパク質として知られる PhoE のホモログが誘導生産されることを既に見いだしている。本研究では本菌における鉄還元と PhoE の関連性を明らかにすることを目的とした。

【方法】S. livingstonensis Ac10 の野生株と PhoE 欠損株について、三価鉄を電子受容体とした嫌気培地における生育曲線と二価鉄生成量を比較した。電子受容体として 15~mM クエン酸鉄 (III) またはフマル酸を含み、リン酸濃度を 0.03、15、150~mM のいずれかに調製した合成培地を用いた。18℃で前培養した S. livingstonensis Ac10 を上記合成培地に嫌気的に植菌し、18℃で嫌気的に静置培養した。生育曲線を作成するために経時的に培養液を採取し、そこに含まれる細菌を DAPI 染色し、細菌数の計測を行った。さらにクエン酸鉄 (III) 含有培地については、三価鉄還元に伴って生成する二価鉄をフェナントロリン法により定量した。

【結果と考察】クエン酸鉄 (III) 含有合成培地においては、リン酸と鉄 (III) イオンから不溶性のリン酸鉄が生成し、それによるリン酸濃度の低下に応答して PhoE ホモログが誘導された可能性も考えられたが、実際には培地調製時に塩の析出は観察されなかった。S. livingstonensis Ac10 の PhoE 遺伝子欠損株では野生株に比べて、生育速度と二価鉄生成量が著しく低下した。一方、フマル酸含有培地においては野生株と PhoE 遺伝子欠損株では生育に顕著な差は見られなかった。これらの結果から、S. livingstonensis Ac10 の鉄還元に PhoE が関与していることが示唆された。

P - 10

展示飼育下のケープペンギンにおける趾瘤症発症と血漿中ビタミンA、 ビタミンE、亜鉛濃度の関連

明石富美子^{* 1)}, 織田悠詩 ¹⁾, 小島早紀子 ¹⁾, 吉澤聡吾 ¹⁾, 清水いと世 ²⁾, 友永省三 ²⁾, 松井 徹 ²⁾ (¹⁾ 京都水族館, ²⁾ 京大院農・動物栄養科学)

【目的】展示飼育下のペンギンでは、腫瘤化足底炎である趾瘤症が問題となっている。趾瘤症治療のためビタミン剤投与を行う園館があるが、明瞭な根拠はなく投与するビタミンの種類とその量は一貫していない。一方、多種の動物ではビタミン A(VA)欠乏・過剰で皮膚の角化・落屑が生じること、他の鳥類ではビタミン E(VE)や亜鉛補給により蜂巣炎(化膿性皮膚炎)が改善すること、趾瘤症発症には亜鉛不足が関与していることが報告されている。本試験では、京都水族館で飼育されているペンギンの食餌中 VA、VE、亜鉛含量を測定するとともに、正常個体と趾瘤症個体の血漿中 VA、VE、亜鉛濃度を比較検討した。

【方法】ケープペンギンにはアジならびに総合ビタミン剤が与えられており、摂取している VA、VE と亜鉛量を求め、乾物あたりで示した。また、16 羽の正常ペンギン(雄 8 羽、雌 8 羽)と 14 羽の趾瘤症ペンギン(雄 8 羽、雌 6 羽)の血漿中レチノール、レチニルエステル、 α - トコフェロール、亜鉛濃度を比較検討した。

【結果】食餌には推定要求量(ネコ・ニワトリのデータ、野生下での摂取量から算出)の $25 \sim 30$ 倍程度の VA が含まれていた。VE 含量は推定要求量の $50 \sim 130\%$ であり、亜鉛含量は推定要求量程度であった。血漿中レチノール濃度と血漿中亜鉛濃度では趾瘤症の影響が有意であり、正常群と比べ趾瘤症群の血漿中濃度は低かった。一方、レチニルエステルと α -トコフェロール濃度に趾瘤症の影響は認められなかった。

【考察】食餌中 VA 含量から、VA 不足ではないことが推察され、趾瘤症では炎症によるレチノール結合タンパク質 4 の分泌低下を介して血漿中レチノール濃度が減少することが推察された。VE は充足していない可能性はあるが、趾瘤症群でも血漿中 α - トコフェロール濃度は低くないことから、趾瘤症発症との関連は明らかにはならなかった。趾瘤症群では血漿中亜鉛濃度が低いことから、亜鉛不足が趾瘤症と関連がある可能性がある。今後、亜鉛補給が趾瘤症発生に及ぼす影響を検討する必要がある。

ストーマ (人工肛門) 保有者の栄養状態 溝畑秀隆*¹⁾, 當座康弘²⁾

(1) 神戸松蔭女子学院大学, 2) 市立伊丹病院)

【目的】ストーマ(人工肛門)保有者は、特別な食事を摂取する必要性や極端な食事制限をする必要はない。しかし、食品によっては、におい(便臭)のもとになりやすいものや下痢、便秘になりやすいものなどがあり、便の性状も考えて摂取を控えている傾向がみられる。本研究では、1日のエネルギー摂取量、微量栄養素について、消化器系別も併せて調査した。

【方法】対象者は、伊丹市内の研究対象病院に通院するストーマ患者 26 名 (男性 17 名、女性 9 名)、平均年齢 70.5 ± 8.0 歳、身長 160.3 ± 10.8cm、体重 54.5 ± 12.5kg、BMI20.4 ± 5.2 である。ストーマ外来診察日に併せて食物摂取頻度調査をした。また栄養状態の指標である総たんぱく質 (TP) 量とヘモグロビン (Hb) 値も検討した。

【結果】 1 日のエネルギー摂取量平均は 1,480 \pm 417kcal(男性 1,500 kcal、女性 1,280 kcal)であった。日本人食事摂取基準(2015 年版)身体活動量、70 歳以上のエネルギー推奨量(男性 1,850 kcal 女性 1,500 kcal)と比較すると、少ない傾向がみられた。たんぱく質摂取量平均は 57.0 \pm 14.6g(男性 59g、女性 46g)であり、たんぱく質推奨量(男性 60g、女性 50g)と比較すると、僅かではあるが少ない傾向がみられた。鉄摂取量平均は 5.7g \pm 2.1g であり、鉄推奨量(6.5g)と比較すると、少ない傾向がみられた。100 であり、低値であった。 101 であり、基準値内である。 102 世間 11.9 11.

【結論】生活習慣からみた栄養状態は、1日の摂取量が少ないことから微量栄養素についても少ないことが考えられる。 今後、ストーマ保有者の栄養管理は、ストーマの造設部位と各病態(術後、糖尿病、腎臓病、褥瘡、皮膚障害など)も 併せて考えていく必要がある。

P - 12

SLC35F2 の発現状態が肺がん細胞の増殖とゲフィチニブ感受性に及ぼす影響 神山伸*, 土沼侑佳, 曽根英行 (新潟県大・健康栄養)

【目的】上皮細胞増殖因子受容体(EGFR)遺伝子に変異を持つ非小細胞肺がんはチロシンキナーゼ活性が異常亢進しており、分子標的薬としてEGFR チロシンキナーゼ阻害薬であるゲフィチニブが用いられる。ここで、SLC35F ファミリーにはビタミンB1の輸送能を持つものが含まれており、このファミリーメンバーのうち SLC35F2 の発現が非小細胞肺がんで増加していることが報告されている。本研究では、この SLC35F2 遺伝子の発現状態が非小細胞肺がんの増殖にどのように影響するかについて検討するとともに、そのビタミンB 群の輸送機能との関わりとゲフィチニブ感受性に与える影響について検討した。

【方法】ヒト非小細胞肺がん由来細胞株として、EGFR 野生型の A549 細胞(ゲフィチニブ低感受性)と変異型の PC-9 細胞(ゲフィチニブ高感受性)を用いた。RNAi により SLC35F2 遺伝子の発現を抑制したこれらの細胞の増殖能を、WST-1 アッセイによる細胞増殖試験と細胞周期アッセイにより検討し、またその変化がビタミン B 群の添加によりレスキューできるかどうかについて検討した。さらに、これらの肺がん細胞のゲフィチニブ感受性に関して、SLC35F2 遺伝子の発現抑制が 50%阻害濃度(IC_{50})のゲフィチニブの感受性に影響するかどうかについて検討した。

【結果と考察】 A549、PC-9 細胞ともに、SLC35F2 遺伝子の発現抑制により細胞増殖が有意に低下し、GO/G1 期(増殖停止期)の細胞の増加と G2/M 期 (増殖期)の細胞が減少した。この細胞増殖の低下は、ビタミン B 群の添加ではレスキューされなかったが、チミジンの添加により変動がみられたことから、SLC35F2 はチミジンの輸送に関与している可能性が示唆された。一方、ゲフィチニブ耐性を獲得させた PC-9 細胞では有意に SLC35F2 遺伝子の発現が増加したが、A549、PC-9 細胞ともに SLC35F2 遺伝子の発現抑制はゲフィチニブの感受性に影響を与えなかった。

これらの結果から、SLC35F2 の発現状態は非小細胞肺がん細胞の増殖に関与しているが、その機能はビタミン B 群の輸送によるものではないものと考えらえる。また、その作用は EGFR の変異に無関係であり、ゲフィチニブ感受性にも影響しない可能性が示された。

P - 13

食品中カルノシンおよびアンセリンの定量分析

桒原奈緒美^{* 1)}, 森美和子 ¹⁾, 水野大 ²⁾, 田中健一郎 ¹⁾, 川原正博 ¹⁾ (¹⁾ 武蔵野大学薬学部生命分析化学研究室. ²⁾ 山形大学医学部法医学講座)

【目的】カルノシン (β -alanyl-histidine) は抗酸化、抗グリコシル化、抗クロスリンク作用等の様々な有用な性質を保持している。カルノシンはアルツハイマー病、プリオン病など他の神経疾患において有用であることが報告されており、演者らは、カルノシンが脳血管性認知症において重要な働きを持つ亜鉛神経毒性を軽減することを見いだし、脳血管性認知症の治療薬あるいはサプリメントとして有効ではないかと考えている。カルノシンは哺乳動物の脳や筋肉に、その類縁体であるアンセリン(1-methyl carnosine)と共に多量に含まれているが、その量や比率は動物種や部位によっても大きく異なることが知られている。通常の ODS カラムを用いる逆相 HPLC では、カルノシンは保持されないため演者等は carbon カラムを用いて、カルノシン類を簡便に分離定量する方法を開発し、様々な食品中のカルノシンおよびアンセリンの定量分析を行った。

【方法】様々な食品(鶏肉、豚肉等)から約 50mg の組織を摘出し、蒸留水 1mL を加えてホモジナイズし、95C 30 分間 加熱した後、遠心分離(20,000g × 1h)し、上清 $20~\mu$ L を、Hypercarb® カラム(Thermo Fisher Scientific)を用いる HPLC(Hitachi L-7100)により溶離液として 0.05% TFA-7% CH3CN を用いて分離し、UV 210nm の吸光度を測定した。 【結果及び考察】この条件下で、カルノシン及びアンセリンは 10 分間以内に良好な分離が得られた。また、95C 30 分間 の加熱による前処理によるカルノシン及びアンセリンの回収率はそれぞれ 98.8 ± 6.6 %(n=15)、 99.4 ± 1.8 %(n=4)と良好であった。種々の食品中のカルノシンおよびアンセリンの定量を行った結果、種及び組織等によって差が大きく、例えば鶏胸肉中にはカルノシンが 216 ± 6.95 mg/100g、アンセリンが 680 ± 3.62 mg/100g と高濃度で存在しており、豚もも肉中にはカルノシンは 543 ± 3.88 mg/100g 存在しているが、アンセリンは検出されなかった。これらの結果は、カルノシンのサプリメントとしての活用に有効であると考えられる。

P - 14

白化したヒジキにおけるミネラルの挙動 片山眞之*, 片山(須川)洋子 (大阪青山大学 健康栄養学科)

【要旨】地球温暖化は海水温を少しずつ上昇させている。この結果は海洋生物の生育に大きく影響していて、珊瑚における白化現象は良く知られている。褐藻類のヒジキにおいても影響が見られ、これまで生育していた海域からヒジキの生育が観られなくなったり、生育中の藻体から色素が抜けるなどの異常が観られる。栄養学的観点から、異常ヒジキ中のミネラル成分の挙動を追跡した。

P - 15

亜鉛欠乏および食餌量低下が腎臓での GATA1, GATA4 および GATA5 遺伝子発現に及ぼす影響 許斐亜紀* ¹), 横井克彦 ²)

(1) 九州女子大学 家政学部 栄養学科, 2) 聖徳大学 人間栄養学部 人間栄養学科)

【目的】これまでに亜鉛欠乏および長期的な食餌量低下が造血機能や血圧調節機能に悪影響を及ぼすことを明らかにし、報告してきた。亜鉛は、DNA/RNAポリメラーゼの補因子として知られ、その欠乏により各種造血関連遺伝子及び血圧調節関連遺伝子の発現に影響を及ぼすことが考えられる。本研究では、腎臓でのGATA1、GATA4およびGATA5のmRNA発現への影響を検討した。

【方法】3 週齢 SD 系雄性ラット 30 匹を、体重が等しくなるように対照群 (Control 群: AIN93G)、亜鉛欠乏群 (ZD 群: 飼料中亜鉛濃度 4.5 ppm)、食餌量低下の影響を検討するための Pair-Fed 群 (PF 群: AIN93G) の 3 群に割り付け、対応する飼料及びイオン交換水を与え 4 週間飼育し、腎臓を皮質と髄質に分けて採取し分析に使用した。

赤血球や巨核球の生成に必須の遺伝子である GATA1、心臓の発生に重要な働きを持つ GATA4、GATA5 の遺伝子発現を TaqMan probe と Quantitative real time PCR(Bio-Rad 社製)で分析した。各群間比較は Fisher の LSD で検定し、危険率は 5%とした。亜鉛欠乏時および食餌量低下時には total RNA 量自体が低下することをこれまでに報告している。 そこで、分析で得られた mRNA 量、併せて対 total RNA 比でも検討した。

【結果】GATA1 はエリスロポエチンの遺伝子発現を抑制することが知られているが、GATA1 発現量および対 total RNA 比は髄質と皮質のいずれでも 3 群間で差は見られなかった。GATA4 発現量は髄質の ZD 群が対照群に比べ有意に減少し、total RNA 比では ZD 群が PF 群に比べ有意に低下していた。皮質では PF 群の total RNA 比が対照群に比べ有意に増加していた。GATA5 発現量は、髄質の ZD 群が対照群に比べ有意に減少し、total RNA 比では ZD 群が PF 群に比べ有意に減少していた。皮質の total RNA 比では ZD 群が対照群に増加する傾向にあった。

P - 16

加工食品のクロム濃度. とくにチョコレートとココアの場合 吉田宗弘*,藤森みさき、岸本 眸 (関西大学化学生命工学部栄養化学研究室)

クロムは糖代謝に関わる必須の微量ミネラルと認識されているが、厳密なクロム欠乏飼料で飼育しても異常がいっさい生じないこと、糖代謝改善に必要なクロム量が日常の摂取量を大きく超えていることなどから、クロムを必須の栄養素としない見解も提出されている。日本食品標準成分表に記載されている食品のクロム濃度を調べると、高値を示す食品は乾燥させた粉末状の香辛料・調味料や藻類など加工食品であり、生鮮食品や未加工の穀物、豆類などのクロム濃度はきわめて低い。粉末化された食品のクロム濃度の高い原因として、たとえば、食品を粉末にするさいに使用されるステンレス製の器具からの混入などが考えられる。本研究では、食品中のクロムの由来を考察する目的で、粉末状の食品・食品素材を収集してクロム濃度を測定し、クロム濃度に及ぼす原産地と加工の影響について考察した。

【方法】各種の香辛料、ハーブ、食用色素、ココア、チョコレート、小麦粉などを収集し、クロム測定用の試料とした。なお、粉末でない試料については、金属器具を用いることなく細片化して試料とした。試料 0.5 ~ 1.0 g を精密に秤量し、電気炉を用いて 550℃で 16 時間加熱して灰化した。灰化した試料は 0.1 M 硝酸に溶解し、メスフラスコを用いて 10 ml にメスアップした。調製した試料溶液を 0.45 μm のフィルターで濾過後、誘導結合プラズマ質量分析装置で、ロジウムを内部標準元素にして、クロム濃度を測定した。

【結果と考察】小麦粉、ホットケーキミックス、食用色素などのクロム濃度は $10~\mu g/100~g$ 未満だったが、香辛料やハーブの粉末のクロム濃度は食品成分表の表記どおりに $50~\mu g/100~g$ 近い高値だった。ココアパウダーの中で、欧州から輸入したものは約 $200~\mu g/100~g$ という非常に高いクロム濃度を示したが、他地域からの輸入品は欧州産よりも一桁低いクロム濃度だった。産地の異なるチョコレートを 20~ 種以上収集してクロム濃度を測定したが、測定値の範囲は $3\sim22~$ $\mu g/100~g$ であり、欧州産ココアのような高値は得られなかった。ココアとチョコレートの製造工程はカカオマスまでが同一であることから、欧州産ココアではカカオマスからココアパウダーまでの製造工程においてクロムが紛れ込んでいると考えられる。以上のことから、加工食品のクロム濃度には、原産地以上に、製造プロセスの影響が大きいと判断した。

口頭発表

O - 9

飼料中鉄レベルとの血液学的指標の用量反応関係の再検討 横井克彦* 1,2),藤井香菜子 2,小林朝恵 2,瀬見唯 2,渡邊木綿子 2 (1)聖徳大学大学院 人間栄養学研究科,2)聖徳大学 人間栄養学部 人間栄養学科)

【目的】鉄欠乏および鉄過剰ともに、老化を促進する可能性が指摘されている。しかしながら、鉄の適正範囲は必ずしも明らかではない。昨年の本学会で、飼料中鉄レベルが49 mg/kgでもヘモグロビン濃度等が飽和値に達しておらず、従来考えられていたよりもラットの鉄必要量が高い可能性を報告した。そこで、飼料中鉄レベルの範囲を広げ、飼料中鉄レベルと血液学的指標の用量反応関係について再検討した。

【方法】AIN-93G 処方を改変して、クエン酸第二鉄を鉄源とし、添加鉄レベルを 0、7、14、21、28、35、49、126、252 mg/kg に設定した飼料を作製した。3 週令 Wistar 系雄ラット 54 匹を 6 匹ずつに分け、それぞれの飼料を自由摂取させ、超純水(ミリポア)を飲水として与えた。飼育 5 週間後、全血を採取し、血液学的検査を行なった。データは、Williams の多重比較検定を行なった。なお、Bartlett 検定で等分散性が否定された場合、Shirley-Williams 検定を実施した。特定の 2 群間では、Welch の t 検定を行なった。また、危険率 5% 未満を有意差ありとした。

【結果】鉄レベル 126 mg/kg でヘモグロビン濃度の値が最も高く、そのレベルを対照とした。鉄レベル 126 mg/kg に比較して、ヘモグロビン濃度、ヘマトクリット値、MCV、MCH は 49 mg/kg 以下で有意に低下した。赤血球数は、鉄レベル 7 mg/kg 以下で有意に低下した。網状赤血球比率は、鉄レベル 21 mg/kg 以下で有意に上昇した。白血球数は、鉄レベル 14 mg/kg 以下で有意に低下した。血小板数は、鉄レベル 14 mg/kg 以下で有意に上昇した。いずれの項目においても、鉄レベル 126 mg/kg と 256 mg/kg の間に有意差はなかった。

【考察】鉄レベル 49 mg/kg 以下では、126 mg/kg に比してヘモグロビン濃度、ヘマトクリット値、赤血球係数が有意に変化しており、鉄レベル 49 mg/kg と 126 mg/kg の間に、明確な差が認められた。これらの結果から、血液学的検査値を指標とする限り、3 価鉄であるクエン酸第二鉄を鉄源とする場合、成長期におけるラットの鉄必要量が National Research Council の基準値である 35 mg/kg よりも高いことが示唆された。

O - 10

亜鉛欠乏ラット肝臓での Fatty acid と Triglyceride 代謝について

宮崎孝*1), 大野洋一^{1,2)}, 佐藤真喜子¹⁾, 野寺誠³⁾, 木戸尊將⁵⁾, 柳澤裕之⁵⁾, 諏訪絵美¹⁾, 柴崎智美¹⁾, 土田哲也^{1,4)} (¹⁾ 埼玉医科大学医学部社会医学教室,²⁾ 医学部腎臓内科,³⁾ 保険医療学部臨床検査学科,⁴⁾ 医学部皮膚科学教室, ⁵⁾ 東京慈恵会医科大学環境保健医学講座)

【目的】脂質異常症は、高血圧症、脳卒中、虚血性心疾患、糖尿病などの主たる危険因子である。近年の日本人の主要死因別にみた死亡の状況からみても生活習慣病の予防は、喫緊の課題である。生活習慣病の予防は食習慣を見直すことが基本であり、食事指導を充実することも重要である。この中でも微量栄養素の摂取状況は重要な位置を占めると考えられる。現在、不適切な食事制限や痩身願望の強い女性の微量栄養素の摂取不足による亜鉛欠乏が懸念されている。亜鉛欠乏ラットでは、内臓脂肪量の低下が知られている。今回、脂質代謝に注目して、亜鉛欠乏ラット肝臓での脂肪酸合成酵素の Fatty acid synthase (FAS) および脂肪酸合成経路の Acetyl-CoA synthetase (AceCS)、Acetyl-CoA carboxylase (ACC) および ATP-citrate lyase (ACL) のタンパク発現を検索した。

【方法】体重約 100 gの SD 系ラット雄 21 匹を使用して、亜鉛添加食を自由摂取した群(F 群)、亜鉛欠乏食群(ZnD 群)および ZnD 群と同一カロリーで飼育した群(Pf 群)の 3 群に分けた。1 週間馴化後、それぞれの餌で 4 週間飼育した。4 週後、イソフルレン麻酔下に亜鉛濃度測定のために血液を、Western Blot で脂肪酸合成とトリグリセリド合成関連酵素タンパク質を検出するために肝臓を採取した。得られた肝臓からタンパク抽出用緩衝液にてタンパク質を抽出、抽出したタンパクを SDSPAGE にて一次抗体に anti-FAS、anti-p-AceCS 、anti-p-ACL および anti-p-ACC 抗体を使用した。目的のバンドを検出、 β actin との比を求めた。統計処理は分散分析を行い、Sheffe's 法により p 値を求め 0.05 以下を有意差ありとした。

【結果】脂肪酸合成の律速酵素である ACC は F 群で 2.2 ± 0.1 (mean \pm SE)、 Pf 群で 1.7 ± 0.1 、 ZnD 群で 1.1 ± 0.1 、 ZnD 群で F 群、 Pf 群と比較して有意な低下を示した。また、 FAS も F 群で 3.2 ± 0.6 、 Pf 群で 3.1 ± 0.4 、 ZnD 群で 1.9 ± 0.3 、 ZnD 群で F 群、 Pf 群と比較して有意な低下を示した。

【考察】亜鉛欠乏ラット肝臓の Fatty acid と Triglyceride 代謝の律速酵素 ACC および FAS のタンパク発現は有意に低下していることが確認された。このことは、亜鉛欠乏動物の内臓脂肪の減少と関連していることを示唆するものである。また、亜鉛と Fatty acid や Triglyceride 代謝が明らかになることで生活習慣病の予防に繋がる可能性がある。

0 - 11

タモギダケ由来グルコシルセラミド含有ドリンクの経口摂取による安全性評価と皮膚改善効果

鈴木健* 1,5), 関口博太 2,6), 酒井祥太 3), 高橋環奈 1,5), 松本 聡 2), 勝又亨祥 4), 五十嵐靖之 3)

- (1) 日生バイオ株式会社, 2) 株式会社エル・エスコーポレーション, 3) 北海道大学先端生命科学研究院, 4) 株式会社エクサム, 5) NPO法人遺伝子栄養学研究所, 6) 株式会社ライフ・サイエンス研究所
- 【目的】 タモギダケ由来グルコシルセラミドの皮膚に対する機能性評価を目的にヒトモニター経口摂取による肌質改善効果の評価(保湿効果改善を主とした検討及び安全性の確認)の試験を実施した。

【方法】33名の被験者(女性 40~65歳)に、タモギダケ由来セミラド含有ドリンク1本(グルコシルセラミド0.6mg 含有)を1日1回夕食後に12週間摂取させた。摂取開始日(0週)、6週目および12週目に、医師診察・肌質測定(水分、 蒸散、弾力、マイクロスコープ、VISIA)・臨床検査(血液・尿)等の検査を行った。

【結果・考察】日誌等による有害事象の検証では、試験品摂取に伴う副作用は認められなかった。体重・BMI 値の推移においては、顕著な体重の増減は認められなかった。臨床検査値の推移は、基準値内の変動であり、医師問診においても異常は認められなかったことから、試験品であるタモギタケセラミド飲料(グルコシルセラミド 0.6mg 含有)50mLを1日1本3ヶ月間の摂取による安全性は高いものと示唆された。

角質水分量は、前腕内側部において 12 週目に増加することが認められた。VISIA 測定では、紫外線シミスコアが 6 週目および 12 週目で有意に減少したことから、試験品摂取により、産生されたメラニンあるいは蓄積したメラニンの排出を促した結果である可能性が推察された。マイクロスコープにおけるキメ評価でも、6 週目および 12 週目で摂取開始日と比較しキメが整う方向に推移していることから試験品摂取により、乱れていた皮膚ターンオーバーを正常な皮膚ターンオーバーに戻す作用があるものと推察された。

自覚アンケートにおいて、本試験品摂取による体質改善質問項目(むくみ・疲労感等)において、摂取開始日と比較し変化が認められなかったが、肌質は改善している実感を被験者はもっている結果であった。

以上の結果、タモギタケセラミド飲料(グルコシルセラミド 1.2 mg 含有)は、 $3 ext{ <math> ext{ } ext{$

O - 12

乳酸菌脂肪酸代謝物 10-oxo-11*E*-18:1 による生体内酸化ストレス防御機構の活性化 菅原達也^{* 1)}, 古元秀洋 ^{1,2)}, 久米利明 ³⁾, 朴時範 ¹⁾, 北村苗穂子 ¹⁾, 岸野重信 ¹⁾, 小川 順 ¹⁾, 平田孝 ^{1,4)} (¹⁾ 京都大学大学院農学研究科, ²⁾ 金沢医科大学, ³⁾ 京都大学大学院薬学研究科, ⁴⁾ 四條畷大学)

【目的】転写因子 Nrf2 は親電子性物質によって活性化され、抗酸化関連遺伝子や第二相薬物代謝酵素の発現を誘導することで、生体の酸化ストレス防御機構の中心的役割を担っている。したがって、Nrf2 を適切に活性化できれば、酸化ストレスに起因する疾患の予防や改善につながることが期待される。腸内細菌叢は、宿主の免疫応答や脂質代謝に影響を与えることが明らかになってきているが、腸内細菌による脂質代謝産物が宿主に与える影響についてはこれまで充分な研究がなされていない。近年、乳酸菌による不飽和脂肪酸飽和化反応によって、ヒドロキシ型あるいはオキソ型の希少脂肪酸が産生され、一部が動物体内においても検出されることが確認されている。そこで本研究では、乳酸菌 Lactobacillus plantarum により産生されたヒドロキシ脂肪酸とオキソ脂肪酸が Nrf2 を介した酸化ストレス応答に与える影響について検証した。

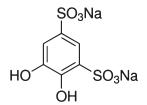
【方法】ヒト肝癌由来細胞株 HepG2 に乳酸菌による様々な脂肪酸代謝物を添加して培養し、過酸化水素による酸化ストレスに対する細胞生存率の変化や、Nrf2 タンパク質発現および抗酸化遺伝子発現を評価した。また、レポーターアッセイを用いて Nrf2 転写活性に与える影響を調べた。さらに、ICR マウスに脂肪酸代謝物を経口投与し、各臓器における遺伝子発現の変動を評価した。

【結果】本研究で用いた脂肪酸代謝物の中で、10-oxo-11E-18:1 (KetoC) は過酸化水素による細胞生存率の低下を最も強く抑制した。さらに、Nrf2 タンパク質と抗酸化酵素の遺伝子発現が KetoC により有意に増加し、Nrf2 転写活性を促進することも確認された。KetoC の経口投与により、マウス臓器における抗酸化遺伝子の発現上昇も認められた。

【考察】KetoC は、Nrf2 活性化を介して抗酸化酵素の発現を促進することで、細胞の酸化ストレス防御を亢進させることが示され、酸化ストレスに起因する様々な疾患の予防や改善に有効であることが期待された。また本研究で評価をおこなった他の脂肪酸代謝物には効果が認められなかったことから、KetoC に特有であるエノン構造が Nrf2 活性化に重要と考えられた。

タイロン (Tiron) による活性酸素生成の促進と抑制 村上恵子*, 細川好孝, 吉野昌孝 (愛知医大・医・生化)

【目的】タイロン(Tiron, disodium 4,5-dihydroxy-1,3-benzenedisulfonate)は三価鉄とチタンの強力なキレーターであり 鉄イオンの定量に用いられる。活性酸素生成抑制機能の一方で細胞毒性を示すとも報告されている。今回はタイロン/ 遷移金属複合体による活性酸素の生成消去に対する作用をパン酵母アコニターゼの失活を指標として解析した。



【方法】トルエン処理により透過性にしたパン酵母を各種の化合物と共に37℃で加温した後、NADP イソクエン酸脱水素酵素とのカップリングにより340nmの吸光度増加を測定してアコニターゼ活性を算出した。

【結果】Tiron は以下の性質を示した。1) 二価銅イオンを還元しその強さはアスコルビン酸以上であった。2) 安定なラジカル DPPH と反応した。3) アジ化ナトリウム (カタラーゼを阻害) 及び銅イオンの存在下でパン酵母アコニターゼを失活させることから過酸化水素

生成すると推測された。その強さはアスコルビン酸と同程度であった。4)二価鉄イオンとアジ化ナトリウム存在下でもアコニターゼを失活させた。これに対して TEMPOL が保護効果を示した。5)金属イオンなしでもアコニターゼを失活させた。この失活はアジ化ナトリウムの存在によらずスーパーオキシドを生成するものと推測された。これに対して SH 化合物が保護効果を示した。6)ピロガロールの自動酸化による過酸化水素生成を阻止せず逆に増強した。7)アスコルビン酸は三価鉄 /EDTA 複合体と反応して過酸化水素を生じる。Tiron はこの反応に影響しなかった。TEMPOL は CN/二価鉄複合体存在下でアコニターゼを失活させる。この条件で Tiron はアコニターゼを全く失活させず TEMPOL による失活から本酵素を保護した。しかしその保護効果はアスコルビン酸ほど強力ではなかった。

【考察】Tiron は強力な金属イオン結合能を持ち金属イオンの定量に用いられる他、スーパーオキシド消去能、抗酸化能が報告されている。しかし今回 Tiron は遷移金属存在下に過酸化水素、非存在下にスーパーオキシドを生成することが明らかとなった。従来報告されている Tiron による酸化傷害の促進には Tiron 自体による活性酸素生成反応が関与するものと推測される。

日本微量栄養素学会役員名簿

会長 吉 田 宗 弘 (関西大学)

理事 江 崎 信 芳 (放送大学)

大 谷 貴美子(奈良女子大学)

河 村 幸 雄 (京都女子大学)

栗 原 達 夫 (京都大学)

松 井 徹 (京都大学)

渡 邊 敏 明(大阪青山大学)

監事 老 川 典 夫 (関西大学)

小切間 美 保(同志社女子大学)

第33回日本微量栄養素学会学術集会実行委員名簿

会頭 栗 原 達 夫(京都大学)

委員 江 崎 信 芳 (放送大学)

老 川 典 夫 (関西大学)

大 谷 貴美子(奈良女子大学)

河 村 幸 雄 (京都女子大学)

小切間 美 保(同志社女子大学)

松 井 徹(京都大学)

吉 田 宗 弘 (関西大学)

渡 邊 敏 明(大阪青山大学)

日本微量栄養素学会事務局

〒616-8555 京都市右京区太秦開日町10番地の1日本クリニック株式会社内

TEL (075) 882-6728

FAX (075) 882-6750

E-mail bureau@jtnrs.com

2016年6月8日発行

牡蠣を知ると 「美」と「健康」が見えてくる。

牡蠣(かき)は「海のミルク」と呼ばれています。 ビタミン、ミネラル、アミノ酸などの 40 数種 類の栄養素をバランスよく含んでいます。その ため、海のミルク、海の玄米などと呼ばれてい るのです。

一万年前から牡蠣は、人類に愛され、 貝塚には牡蠣の殻がたくさん見つかっています。

栄養豊富な牡蠣を季節に関係なく、

お召し上がりいただけるよう

科学で設計しなおした

日本クリニックの

かき肉エキス。

この一粒に

約40年の歴史と

19 の特許が

凝縮されています。

かき肉エキス 主要栄養素

/ [炭水化物]

[ミネラル] グリコーゲン

亜鉛・ナトリウム カルシウム・鉄・カリウム リン・マグネシウム・銅 マンガン・ヨード・セレン 総クロム・リチウム コバルト

「ビタミン】 ビタミンB1 ビタミンB2・ビタミンB6 ビタミンB12・ビタミンC 葉酸・ビオチン イノシトール・ナイアシン

[アミノ酸]

タウリン・アルギニン・リジン ヒスチジン・フェニルアラニン チロシン・ロイシン・イソロイシン メチオニン・バリン・アラニン・グリシン ブロリン・グルタミン酸・セリン スレオニン・アスパラギン酸 トリプトファン・シスチン オルニチン

社蠣を超えた「かきの栄養」 THE OVSTER EXTRACT SINCE 1974



[牡蠣]



[オイスターZ]



[バランスターZ]



(JCOE専売品)

[バランスターWZ]

http://www.japanclinic.co.jp

性調の神秘を科学で届ける―_________かき肉エキスのパイオニア 日本クリニック株式会社

社/〒616-8555 京都市右京区太秦開日町10番地の1

■食養相談室/TEL.075-871-2299

■本

■営業 所/札幌·仙台·東京·名古屋·京都·関西·広島·福岡 ■工場/京都府宮津市